Aus der medizinischen Universitätsklinik Marburg (Lahn)
Direktor: Prof. Dr. A. Schwenkenbecher

Ueber den Kochsalzspiegel des Blutes, seine Tagesschwankungen und seine Abhängigkeit von Ernährung und Magensaftsekretion

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
bei der hohen medizinischen Fakultät der Universität Marburg-L.

vorgelegt von

Hans Rybka
Zahnarzt aus Bad Schmiedeberg (Bez. Halle)

Bad Schmiedeberg (Bez. Halle) **1933**

Von der medizinischen Fakultät als Dissertation angenomm
am 4. August 1933.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

Referent: Prof. Dr. Schwenkenbecher.

Meinen lieben Eltern

In der Physiologie des Körperhaushaltes ist das Blut das wichtigste Transportmittel, das die echten Nährstoffe und die akzessorischen Stoffe im Organismus verbreitet und zu den einzelnen Zellen hinleitet zum Zwecke der Stoffumwandlungen. Die gelösten und ihrer Spezifität beraubten Anteile der Nahrung sind es, die nach der Resorption durch die Darmwand in die Körpersäfte des Organismus als Nährstoffe gelangen und vor allem im Blute kreisen. So ist also das Blut der allgemeine Speicher, aus dem sich die Körperzellen ihr Material schöpfen. Der qualitativ und quantitativ veränderte Zustrom der Nährstoffe und die wechselnden Anforderungen der Zellen beeinflussen keineswegs die in der Norm konstante Zusammensetzung des Blutes. Begründet wird dieses Verhalten des Organismus dadurch, daß die im Augenblick nicht benötigten Stoffe nicht dauernd im Blute bleiben, sondern in Depots angelegt werden. Dies gilt namentlich für die Stoffe, die vom Organismus beziehungsweise vom Blute als Energiespender plötzlich und in reichlicher Menge gefordert werden können: Fette und Kohlehydrate, von denen man umfangreiche Speicherungen kennt. In weit geringerem Maße ist es bei den Baustoffen der Fall, weil deren Verbrauch ein viel konstanterer ist. Immerhin läßt es sich nachweisen, daß einzelne Gewebe für Wasser und Salze Depots darstellen, in die das Blut Ueberschüsse abgibt, um sie nach Bedarf wieder hervorzuholen. Und das ist ja eine physiologische Notwendigkeit, da der Gehalt an osmotisch wirksamen Stoffen sich im Blute nur in geringen Grenzen ändern darf, soll nicht der ganze Betrieb durch starke osmotische Schwankungen gestört werden. Hier interessieren besonders die im Blut enthaltenen Salze, vor allem das Chlornatrium. Die Bedeutung des Kochsalzes für den Organismus erhellt die Tatsache, daß es — neben seinen Eigenschaften im Gewebe und den Körperflüssigkeiten — die Muttersubstanz für das spezifische Sekret des Magens,

die Salzsäure ist. Nach Oppenheimer sind Natrium und Kalium die im Organismus verbreitetsten Alkalien, die in der Hauptsache in Form anorganischer Salze vorkommen, besonders als Chloride. Indem er die neueren Untersuchungen Loeb's hinsichtlich der Ionenwirkung zugrundelegt, schreibt er beiden Alkalien einen Antagonismus bezüglich ihrer Tätigkeit im Körperhaushalt zu. Das Kalium ist demnach hauptsächlich in den Zellen, also auch in den Geweben enthalten, das Natrium in den Körpersäften und Körperflüssigkeiten, also in Lymphe und Blut. Obwohl das Natrium der hauptsächlichste Begleiter des Chlorions in einem großen Teil der Nahrung, den Körpersäften und den Ausscheidungen ist, darf nicht achtlos daran vorübergegangen werden, die besonderen Verbindungen des Natriumkations einer speziellen Betrachtung zu unterziehen. Dabei wird ersichtlich, daß ein Teil des Natriums — im Blute ein Fünftel, im Muskel zwei Drittel — nicht an das Chlor, sondern an das Bikarbonat gebunden ist. Dadurch ist es innerhalb des Organismus nicht immer leicht zu bestimmen, ob die sehr starke osmotische Wirkung des Salzes oder die spezifische Wirkung eines der Ionen die Verantwortung für das biologische Geschehen übernimmt. Dem Chlor in Verbindung mit dem Natrium kommt aber immerhin die entscheidende Bedeutung zu, da es sowohl wegen der hydropigenen Wirkung des Kations Natrium wie auch wegen der Notwendigkeit des Salzes in osmoregulatorischer Beziehung eine große Rolle im Wasserhaushalt spielt. Weiterhin erfüllt das Natrium eine andere wichtige Aufgabe: der Hauptträger des „Alkalis" im Organismus zu sein.

Ueber die Konzentration der Blutflüssigkeit haben Abderhalden, Heubner und Schmidt Versuche angestellt, die übereinstimmend ergaben, daß der Anteil des Natriums an der Kationenkonzentration der Blutflüssigkeit ca. 90% beträgt. Sie fanden auch fernerhin, daß ein nur geringer Teil des Natriums an das Bicarbonat HCO_3 des Blutes gebunden ist. Die weitaus größte Menge des Natriums geht chemische Bindungen mit dem Chlor ein. Das so entstehende Kochsalz ist nach Jacobson und Palsberg in der Norm zu 590 bis 669 mg % im Gesamtblut enthalten. Hierzu sei erwähnt, daß die ältere Ansicht über die Chlorfreiheit der roten Blutkörperchen nicht zu Recht besteht, da nach Unter-

suchungen von Högler und Ueberrack die Blutkörperchen ungefähr 50 bis 60% des Plasmachlors enthalten sollen. Für das Serum- und Plasmachlor werden fast übereinstimmende Werte angegeben; arterielles Plasma zeigt einen höheren Kochsalzgehalt als venöses. Von den zahlreichen Untersuchungen zur Ermittlung von Normalwerten für den Kochsalzgehalt im Blutserum seien die Ergebnisse Runneberg's angeführt, der einen Prozentgehalt von 0,58 bis 0,67 fand. Hiermit fast übereinstimmende Werte ergaben die Untersuchungen Veil's, der an zwanzig gesunden, vollkommen gleichmäßig ernährten Versuchspersonen im Serum einen Kochsalzgehalt von 0,575 bis 0,637 mg % feststellen konnte. Besonders interessant im Zusammenhang mit diesen seinen Ergebnissen ist die Tatsache, daß Muskelbewegungen und Stauungen keinen Einfluß auf die Höhe der Normalwerte hatten. Unter welchen Bedingungen die Zahlen gefunden wurden und ob für die Höhe der Normalwerte nicht eine bestimmte Gesetzmäßigkeit oder Abhängigkeit von Alter und Konstitution besteht, hat in der älteren Literatur nie Berücksichtigung gefunden. Erst in den diesbezüglichen Arbeiten der beiden letzten Jahrzehnte werden die Angaben über den normalen Kochsalzgehalt des Blutes vervollständigt. Eine Anregung zu diesen speziellen Ermittlungen bot meistens die ungeklärte Frage, ob und inwieweit der Kochsalzgehalt des Blutes und des Serums bei den verschiedensten pathologischen Zuständen des Organismus charakteristischen Schwankungen unterworfen ist. Hierbei zeigte es sich, daß die Normalwerte — angegeben von den früheren Untersuchern — erhebliche Abweichungen von den neu gefundenen Resultaten erkennen ließen. So fand z. B. Biernacki zn 0,44 bis 0,47 mg % Kochsalz im Gesamtblut und ermittelte somit Werte, die mit denen von Wannecke und Schmidt übereinstimmen. Eine Bestätigung dieser Konzentrationswerte erhielt auch ich durch die Ergebnisse meiner Untersuchungen zu vorliegender Arbeit. Erwähnenswert und auffällig ist es fernerhin, daß die Normalwerte in der Literatur für den Kochsalzgehalt des Serums innerhalb eines weit größeren Spielraumes schwanken, als die des Gesamtblutes. An Hand sorgfältiger Studien über den normalen und pathologischen Kochsalzgehalt des Gesamtblutes und des Serums fand Boenheim ähnliche Differenzen wie z. B. Veil, wobei bemerkenswert ist, daß seine Werte

mitunter stärker ausgeprägten Schwankungen unterworfen waren und teilweise höher lagen. Boenheim vertritt den Standpunkt, daß erst bei einer beträchtlichen Abweichung von 0,6% der gefundenen Werte mit einiger Sicherheit pathologische Zustände anzusprechen sind. Die Erkenntnis dieser Tatsache will Boenheim aufgrund seines genauen Studiums über die Tagesschwankungen des Chlorspiegels im Blut gefunden haben. In der Tat sind die Ergebnisse von Boenheim's Arbeiten weit umfangreicher und genauer als die anderer Autoren vor ihm. Nicht unerwähnt möchte ich die Arbeit von Scheer lassen, der allerdings seine Studien lediglich auf Untersuchungen an Säuglingen beschränkte. Scheer stellte bei seinen Versuchspersonen sofort nach der Nahrungsaufnahme ein starkes Sinken des Kochsalzspiegels im Gesamtblut fest. Um eindeutige Ergebnisse zu erzielen, und eine eventuelle Verwässerung des Blutes zu überprüfen, beobachtete Scheer durch refraktometrische Bestimmungen den Eiweißgehalt seiner Versuchspersonen. Fernerhin fand er, daß vom dritten bis vierten Lebensjahr ab durch die einsetzende Magensaftsekretion ein auffälliges Sinken des Chlorspiegels im Blut zu verzeichnen war, wobei der Ausgleich nach der Verdauung wieder auftrat. Scheer's Versuche zeigten noch weiter, daß die Art der Ernährung seiner Versuchspersonen an sich gleichgültig war. Es wirkte z. B. Milch wie gemischte Nahrung. Allerdings verursachte eine Kochsalzzulage von 3 g pro die auf ein Körpergewicht des Säuglings von 3 150 g ein Ansteigen der Blutkochsalzkurve, was sich aber am folgenden Tage wieder ausglich. Wenn auch die Ergebnisse von Scheer nur teilweise Wert für das gestellte Thema besitzen, so zeigen sie doch gewisse Beziehungen zwischen dem Kochsalzstoffwechsel des Säuglings und dem NaCl der Nahrungszufuhr.

Den Kochsalzstoffwechsel hat eine große Anzahl von Wissenschaftlern beschäftigt, sodaß über seine Physiologie Grundlegendes bekannt ist. Erst nach reichlicher peroraler Kochsalzzufuhr kommt es zu einer Erhöhung des prozentualen und absoluten Kochsalzgehaltes des Blutes, da der größte Teil des aufgenommenen Salzes in das Gewebe abgeschieden wird. Die Folge hiervon soll ein vermehrtes Einströmen von Wasser in das Blut sein. Nicht uninteressant hierzu ist die Feststellung Samson's, der angibt, bis zu 40 g Kochsalz peroral dem Körper zuführen zu können, ohne ein Ab-

weichen vom ursprünglichen Kochsalzgehalt im Blute bemerkt zu haben. Unter verschiedenen Bedingungen studierte Veil die Veränderungen des Kochsalzspiegels im Blut und fand, daß beim Uebergang von kochsalzreicher zur kochsalzarmen Ernährung ein rasches Abfallen des Chlorspiegels festzustellen ist. Beim Kochsalzbelastungsversuch konnte er — neben der renalen Kochsalzausscheidung bis zu 13 g — keine Erhöhung der Blutkochsalzkonzentration wahrnehmen. Ueber das Verhalten der Blutchloride nach Hunger, speziell NaCl-Hunger, liegen in der Literatur wenig eindeutige Ergebnisse vor. Veil sah am Menschen bei Kochsalzhunger ein Sinken des prozentualen Blutkochsalzgehaltes auf einen konstant bleibenden, individuell verschiedenen Wert, der nicht im direkten Verhältnis zur renalen Kochsalzausscheidung stand. Eingehende Angaben über die Schwankungen der Kochsalzkonzentration im Blute unter dem Einfluß der Ernährung sind neben anderen von Boenheim gemacht worden, der bei kochsalzarmer Ernährung eine Gleichmäßigkeit des Blutkochsalzspiegels bei zweistündlicher Bestimmung fand. (Die Bestimmung der Chloride geschah nach der Methode von Bang im alkoholischen Extrakt durch Ausfällen von Chlor als Chlorsilber).

Außerordentlich zahlreich sind die Arbeiten der Autoren, die sich mit den Beziehungen zwischen dem Kochsalzspiegel des Blutes und der Sekretion des Magens beschäftigten. Der Quantität der vorgenommenen Untersuchungen entsprechend liegen auch eine Menge von Ergebnissen vor, deren Beurteilung durch die Autoren nicht immer Uebereinstimmung aufweisen. Da hier aber nicht sämtliche Untersuchungsergebnisse aufgezählt und berücksichtigt werden können, will ich mich darauf beschränken, die charakteristischen anzuführen. Nach neueren Untersuchungen von Sindler und Dobbs kommt es ein bis zwei Stunden nach einer Mahlzeit — besonders ausgeprägt nach extraktivstoffreicher Nahrung — zu einem deutlichen Abfall der Blutkochsalzkurve um etwa 7% der ursprünglichen Konzentration. Auch Boenheim konnte bei der Magentätigkeit eine wenn auch nicht starke Herabsetzung der Kochsalzkonzentration im Blute feststellen. Die von ihm angegebenen Fälle sind aber spärlich. Dazu kommt, daß bei jeder Versuchsperson nur wenige Bestimmungen gemacht wurden und die Analysen sich nicht über einen für die Beobachtung der Sekretion hinreichend langen Zeitraum erstreckten.

Immerhin erkennt man schon an den Ergebnissen der genannten Autoren die Tatsache, daß sich einerseits die Magensekretion und die damit verbundene Chlorbeanspruchung durch den Magen im NaCl-Gehalt des Blutes ausdrückt und andererseits das Chlor des Blutes nicht die einzige Quelle für die Salzsäurebildung im Magen zu sein scheint, und daß es vielmehr zu einem Einstrom von Cl aus den Chlordepots der Gewebe kommt, wobei das einströmende Gewebswasser chlorhaltiger ist als das Gesamtblut. Zu derselben Ansicht bekennt sich Boenheim. Er fand, daß sich nach 1 bis $1^1/_2$ Stunden der Chlorspiegel der Norm wieder nähert, was entweder auf Rückresorption der erzeugten Salzsäure, einer Resorption der zugeführten Chloride, oder aber nicht zuletzt auf einen von den mobilisierten Chlordepots des Körpers aus bewirkten Ausgleich zurückzuführen ist. Es ist oft festgestellt worden, daß die Gewebe, unabhängig von der Aufnahmefähigkeit für Flüssigkeiten, offenbar in der Lage sind, Chloride in wechselnder Menge und unter durchaus verschiedenen Bedingungen zu speichern. Besonders ausführliche Untersuchungen unternahm Leva an nierenkranken Menschen und an nephritisch infizierten Kaninchen. Es ergab sich eine anhydropische Chlorretention in den Organen und weiterhin, daß diese ungefähr das Doppelte, für die Haut sogar das Dreifache der normal vorhandenen Kochsalzmenge ausmachen kann. Daß es sich hier um pathologische Fälle handelte, ist in diesem Zusammenhang bedeutungslos und außerdem schließt natürlich die „trockene Kochsalzretention" keineswegs die hydrogene Wirkung des Natriumchlorids aus.

Aus der reichhaltigen Bearbeitung, die der Kochsalzstoffwechsel bereits in der Literatur gefunden hat, wird die große Bedeutung ersichtlich, welche die Blutchloride in der Physiologie der Körpersäfte einnehmen. Unter wechselseitigen Bedingungen sind von einer großen Anzahl Wissenschaftern immer wieder eingehende Untersuchungen ausgeführt worden, die sich mit dem Kochsalzstoffwechsel des Organismus beschäftigten und seine Beziehungen zum Chlorspiegel des Blutes zu ergründen versuchten. In vorliegender Arbeit erschien es untersuchenswert, einmal den Kochsalzspiegel des Blutes, seine Tagesschwankungen und ferner seine Abhängigkeit von der Ernährung und der Sekretion des Magens zu studieren.

Versuchsanordnung

Den Kochsalzgehalt des Blutes und weiterhin, um den gesamten NaCl-Stoffwechsel zu überprüfen, auch den des Urins, studierte ich unter dem Einfluß verschiedener Ernährung an jeder meiner Versuchspersonen an elf aufeinanderfolgenden Tagen. Anfangs (1. bis 5. Tag) wurde eine Normalkost mit etwa 13 bis 15 g Kochsalz verabreicht, wobei Art, Menge und Zeit der Nahrungsaufnahme genauestens innegehalten und tabellarisch vermerkt wurden. Am 6. und 7. Tage erhielt die Nahrung eine Kochsalzbereicherung von 15 bezw. 20 g pro die, deren Verteilung zu den einzelnen Mahlzeiten der Menge der Kost entsprechend geregelt wurde. Es wurde am 8. Tage morgens eine über 4 bis 5 Stunden ausgedehnte fraktionierte Magenausheberung angeschlossen, wozu die Versuchsperson nüchtern blieb. Die Blutentnahme und Urinleerung geschah während der fraktionierten Magenausheberung stündlich. Den Schluß in der Reihe der Untersuchungen bildete die Verabreichung einer kochsalzfreien Kost vom 8. bis 11. Tage. — Die Blutentnahme, die tageweise wechselnd aus der Fingerbeere oder dem Ohrläppchen der Versuchsperson vorgenommen wurde, wobei Differenzen, die sich auf die Entnahmestelle beziehen könnten, nicht feststellbar waren, erfolgte regelmäßig im Abstand von 2 Stunden von 8 bis 20 Uhr. Eine Ausnahme bildeten einmal die kochsalzfreien Tage, an denen das Blut nur dreimal täglich (früh, mittags und abends), und ferner die Tage mit fraktionierter Magenausheberung, während derer sogar stündlich untersucht wurde. — Die Bestimmung des Blutkochsalzes geschah nach der Methode von Bang im alkoholischen Extrakt durch Ausfällen des Chlors als Chlorsilber. — Um daneben die Kochsalzausschwemmung im Urin zu überprüfen, fanden auch hier regelmäßige Untersuchungen statt, für die ich die Methode von Volhard-Salkowski anwandte. — Wie schon oben erwähnt, wurde die fraktionierte Magenausheberung an der morgens nüchtern gebliebenen Versuchsperson vorgenommen. Nach viermaliger Ausheberung führte ich durch die Duodenalsonde eine Reizlösung ein, die aus 300 ccm Aqua destillata, 15 ccm Alkohol und einigen Tropfen Methylenblau bestand. Die einzelnen, im Abstand von 10 Minuten erfolgten Ausheberungen wurden in je einem Reagenzglas unter gleichzeitiger

Bestimmung von Farbe und Menge verwahrt. Die chemische Untersuchung geschah durch Titration mit n-Zehntel Natronlauge nach einem Zusatz von 3 Tropfen Phenolphtalein und Methylorange, wodurch das Verhältnis von freier zu gebundener Salzsäure bestimmt wurde. — Die Zahlen für die Kochsalzkonzentration des Blutes in vorliegender Arbeit sind als Milligramm-Prozent-Werte im *Gesamtblut* zu verstehen. — Die Versuchspersonen bestanden durchweg aus *Rekonvaleszenten*.

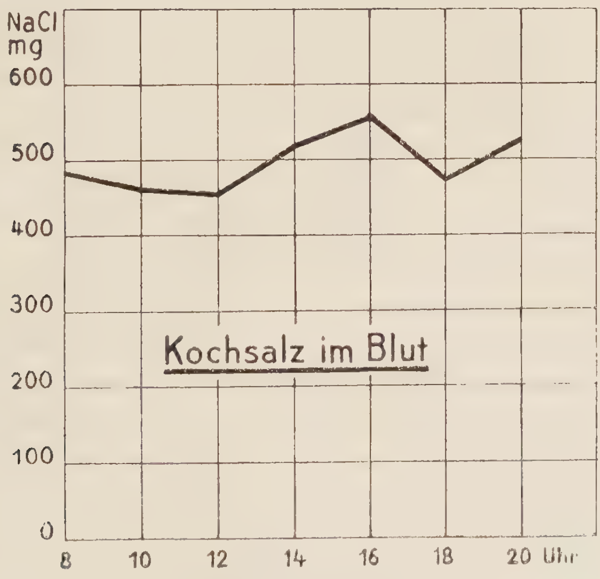
Versuchsergebnisse

1. Die Tagesschwankungen des NaCl im Blut.

Von meinen zahlreichen Versuchen über die Tagesschwankungen des Kochsalzes im Blut in der Norm seien nachfolgend zwei Fälle angeführt. Der Versuchsperson wurde eine Normalkost verabreicht, die aus einem Früh- und Nachmittagskaffee mit Brot und Wurst, bezw. Marmelade, der Hauptmahlzeit, die aus einem Fleisch- und Gemüsegericht und einem Abendbrot, welches aus Kartoffelsalat mit Würstchen und Kaffee bestand. Aus der Analyse der Harnuntersuchung ist zu entnehmen, daß die Normalkost ungefähr 14 bis 15 g Kochsalz pro die enthielt. Das Blutkochsalz und daneben die renale Kochsalzausscheidung sind zweistündlich untersucht worden.

Fall 1: Ludwig B., geb. 8. 3. 1867

7. Oktober



Kurve Ludwig B.

Fall 2: Anna B., geb. 28. 12. 1903

17. Oktober (Dieselbe Nahrung wie in Fall 1).

Tabelle 1

Zeit	Blut-NaCl in mg
8	0,446
10	0,468
12	0,404
14	0,456
16	0,428
18	0,421
20	0,416

Die Zahlen dieser ersten Versuchsreihe zeigen zunächst, daß die von mir gefundenen Werte für den normalen Kochsalzgehalt im Blute durchaus mit den diesbezüglichen Angaben von Biernacki, Wannecke und Schmidt übereinstimmen. Die ermittelten Blutkochsalzzahlen sind an sich gering im Gegensatz zu den Werten, die von anderen Autoren, z. B. Jacobson und Palsberg angegeben wurden und die eine Kochsalzkonzentration von 0,59 bis 0,67 mg % im Gesamtblut gefunden haben. Trotz zahlreicher Untersuchungen konnte von mir wie bei den genannten Autoren ein immer festzulegender Wert nicht ermittelt werden. Nach wie vor treten für den normalen Kochsalzgehalt des Blutes Schwankungen auf, die sich in vorliegender Arbeit in der Grenze zwischen 0,400 und 0,500 mg % im Gesamtblut halten. Man erkennt einmal, daß dem Organismus ein Bestreben obliegt, den Kochsalzgehalt des Blutes während eines Tages auf einer fast gleichbleibenden Höhe zu halten und fernerhin, daß die Differenzen in den Blutkochsalzwerten nicht ohne Grund auftreten, wenn man die einzelnen Tageszeiten und die Zahlen vor und nach der Nahrungsaufnahme im Ausdruck der Kochsalzkonzentration des Gesamtblutes berücksichtigt. Die Tagesschwankungen der Blutkochsalzwerte sind durchweg klein mit Ausnahme eines klaren Abfallens der Kurve (siehe Kurve Ludwig B.) kurz nach den Hauptmahlzeiten, wobei zu bemerken ist, daß die Bestimmungen des Blutkochsalzwertes z. B. um 12 Uhr und um 18 Uhr unmittelbar nach der Nahrungsaufnahme stattfanden. In der weitaus größten Anzahl meiner Versuche trat dieses letztgenannte Charakteristikum des Abfallens der Kurve stets auf, wobei das Sinken der Blutkochsalzwerte nach der Abendmahlzeit nicht den gleichen tiefen Stand

der Mittagsphase erreichte. Zu denselben Ergebnissen kam bei seinen Untersuchungen Boenheim, der die einzelnen Phasen des Abfallens oder Ansteigens der Blutkochsalzkurve von individuellen Momenten abhängig macht. Eine andere Erklärung gibt Oppenheimer, der die Schwankungen in dem Kochsalzgehalt des Blutes physiologisch so erklärt und dahin auswertet, daß in der Zusammensetzung des Blutes dauernd Aenderungen auftreten, für die besonders die Salze und der Wassergehalt des Blutes maßgebend sind. Der Organismus sorgt zwar für dauernden Ausgleich, die Zellen stellen aber fortwährende Ansprüche an das Blut, sodaß sich also Prozentsätze gewisser Stoffe vermindern, oder daß Sekret- oder Abfallstoffe einschließlich Kohlensäure aus den Zellen, oder Wasser aus den Geweben in das Blut gelangen.

2. Der Blutkochsalzspiegel und seine Abhängigkeit von der Kochsalzzufuhr mit der Nahrung.

Nachdem so die charakteristischen Tagesschwankungen des Kochsalzspiegels im Blut unter dem Einfluß einer Normalkost festgelegt waren, wurde die Frage geprüft, wieweit die Kochsalzkonzentration im Blut durch die Art der Ernährung beeinflußt wurde. Zu diesem Zweck fanden eine Reihe von Untersuchungen statt, bei denen Versuchspersonen kochsalzreich, kochsalzfrei oder kochsalzarm ernährt wurden. In Tabelle 4 bezw. 8 gebe ich je ein Beispiel für eine kochsalzfreie Ernährung, d. h. eine Kost, die nur den natürlichen Kochsalzgehalt der Nahrungsmittel ohne jeden künstlichen Zusatz von sogenanntem Küchenkochsalz enthält und einmal eine Nahrung darstellt, die sich aus Brot und Butter usw. zusammensetzt, das andere Mal eine Rohkost ist.

Zu einem außerordentlich klaren Bild von der Bereitschaft des Körpers, für dauernden Ausgleich zu sorgen, führten die Kochsalzbelastungsversuche. An zwei aufeinanderfolgenden Tagen, an denen 15 bezw. 20 g Küchenkochsalz einer Normalkost zugefügt und der Menge der einzelnen Tagesmahlzeiten entsprechend verteilt wurden, fanden Untersuchungen statt, von denen nachfolgend ein Fall wiedergegeben werden soll: Tabelle 2 und 3.

Fall 3: Ludwig B., geb. 8. 3. 1867

Tabelle 2 — 10. Oktober

Zeit	NaCl-Zugabe in mg	Blut-NaCl in mg %
8	2	0,431
10		0,432
12	5	0,440
14		0,410
15	3	
16		0,466
18	5	0,414
20		0,408
	15 g Küchenkochsalzzugabe	

Tabelle 3 — 11. Oktober

Zeit	NaCl-Zugabe in mg	Blut-NaCl in mg %
8	4	0,447
10		0,470
12	11	0,451
14		0,392
15	2	
16		0,428
18	3	0,427
20		0,483
	20 g Küchenkochsalzzugabe	

Unbeeinflußt von der reichlichen Kochsalzzufuhr, die die Versuchsperson in einer erheblich gesalzenen Nahrung unangenehm empfand, zeigen die Zahlen für den Kochsalzgehalt des Blutes fast keine Veränderungen, abgesehen von den üblichen Tagesschwankungen mit derselben Phase des Sinkens der Kurve kurz nach den Hauptmahlzeiten. Es ist hierbei deutlich zu erkennen, daß der Organismus dem vermehrten Einstrom von Kochsalz in das Blut wie auch der renalen Kochsalzausscheidung Einhalt gebietet. Also muß das Salz als in den Geweben aufgespeichert angenommen werden. Diese Annahme findet auch ihre Bestätigung durch die gleichzeitige Ueberprüfung der Kochsalzausscheidung mit dem Urin. Tatsächlich konnte ich nur eine Mehrausschwemmung von NaCl im Harn in Höhe von rund 8 % feststellen, was durchaus in keinem Verhältnis zu der Kochsalzbereicherung der Nahrung steht. — Aus den geringen Schwankungen des Blutkochsalzgehaltes und ihrer relativ kurzen

Dauer geht bereits eindeutig hervor, daß das Blut nicht imstande sein kann, größere Kochsalzmengen zu speichern. Diese Aufgabe kommt ausschließlich dem Gewebe zu. Nach Meyer-Bisch geht dies so weit, daß eine einmalige größere Salzzufuhr auch im normalen Organismus vom Gewebe aufgenommen und von da aus allmählich an das Blut zur Ausscheidung zurückgegeben wird. Für den tatsächlichen Verlauf dieses Vorganges sprechen viele Untersuchungen und Beobachtungen. Die Stärke der eintretenden Hyperchlorämie steht einmal nicht im quantitativen Verhältnis zur aufgenommenen Kochsalzmenge und dann ergeben Bilanzuntersuchungen, daß die aufgenommene Menge nicht vor Ablauf von zwölf Stunden im Harn wieder erscheint. Hierbei wird die große Bedeutung des Chlornatriums für die Isotonie der Körpersäfte ersichtlich, denn in den meisten Fällen geht eine an der Gewichtszunahme erkennbare Wasserretention mit dem Aufenthalt des Kochsalzes im Organismus zeitlich vollkommen parallel.

Wie sehr der Organismus ein gewisses, sicher in physiologischer Breite schwankendes Kochsalzgleichgewicht im Blute mit allen ihm zu Gebote stehenden Mitteln zu wahren trachtet, lassen meine nachfolgenden Versuchsergebnisse klar erkennen. Bei der gleichen Versuchsperson fand ein Uebergang von kochsalzreicher (Kochsalzbelastungsversuche) zu kochsalzfreier Ernährung statt. Die Versuche erstreckten sich auf drei aufeinanderfolgende Tage.

Zusammensetzung der kochsalzfreien Kost

Tabelle 4 — 15. Oktober

Zeit	Zusammensetzung der kochsalzfreien Kost:
8,30	140 g ungesalzenes Brot, 20 g ungesalzene Butter, 250 g schwarzen Kaffee.
11	50 g Brot, 20 g Butter.
12	250 g Kaffee, 250 g rohe Tomaten, 60 g Brot, 20 g Butter, ein Ei.
15	140 g Brot, 20 g Butter, 250 g schwarzen Kaffee.
18	100 g Brot, 20 g Butter, ein Ei, 400 g Bier.

Fall 4: Ludwig B., geb. 8. 3. 1867
(Tabellen 4, 5, 6. 7)

Blut- und Urin-Kochsalz

Tabelle 5 — 15. Oktober

Zeit	Blut-NaCl in mg	Urin in ccm	Urin-NaCl in g
8	0,429	130	1,262
10	—	120	0,912
12	0,435	185	1,172
14	—	115	0,941
16	—	100	0,608
18	0,430	120	0,308
20	—	95	0,133

Tabelle 6 — 16. Oktober

Zeit	Blut-NaCl in mg	Urin in ccm	Urin-NaCl in g
8	0,420	55	0,141
10	—	45	0,142
12	0,421	60	0,217
14	—	55	0,450
16	—	100	0,128
18	0,427	200	0,070
20	—	175	0,061
	Nachturin	600	0,280

Tabelle 7 — 17. Oktober

Zeit	Blut-NaCl in mg	Urin in ccm	Urin-NaCl in g
8	0,466	50	0,111
10	—	40	0,065
12	0,345	60	0,098
14	—	245	0,143
16	—	110	0,077
18	0,379	280	0,121
20	—	60	0,007
	Nachturin	330	0,308

Wie aus den Zahlen der vorliegenden Tabellen deutlich zu ersehen ist, beantwortet der Organismus die kochsalzfreie Ernährung keineswegs mit einer anzunehmenden Konzentrationssenkung des Blutkochsalzes, sondern ist im Gegenteil sogar eifrig bemüht, den Prozentgehalt an Kochsalz im Blut auf der fast gewohnten Höhe zu halten. Von vornherein könnte man also aus den Blutkochsalzwerten in Tabelle 5 und 6 keineswegs auf die veränderte Kost schließen und den Kochsalzhunger erkennen. Erst am dritten Versuchstage macht sich der Einfluß der kochsalzfreien Kost bemerkbar,

indem mittags und abends auffallend niedrige Zahlen in Höhe von 0,344 und 0,379 mg % im Gesamtblut gefunden wurden. Bei den gleichen Versuchen ergab allerdings die Kochsalzausschwemmung durch die Nieren ein anderes Bild. Im Gegensatz zu den Normalkosttagen, an denen pro die rund 12 bis 15 g Kochsalz mit dem Urin ausgeschieden wurde, fand sich mit dem Beginn der kochsalzfreien Ernährung ein sofortiger, deutlich erkennbarer Rückgang der Kochsalzkonzentration im Harn. Anhand dieser Versuchsergebnisse ist also die bemerkenswerte Tatsache zu erkennen, daß bei dem krassen Wechsel von kochsalzreicher Ernährung zum Kochsalzhunger die NaCl-Ausschwemmung durch die Nieren erheblich zurückgeht und der Organismus bemüht ist, einen möglichst konstant bleibenden Wert für die Kochsalzkonzentration im Blute zu halten. Obwohl im Prinzip die Versuche von Veil mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen übereinstimmen, fand er doch beim Uebergang von kochsalzreicher Kost zum Kochsalzhunger ein wesentlich schnelleres und auffälligeres Sinken des prozentualen Kochsalzgehaltes auf einen niedrigeren, konstant verbleibenden, individuell verschiedenen Wert, der ebenfalls in keinem direkten Verhältnis zur Kochsalzausscheidung durch die Nieren stand.

Nachdem nun so der Einfluß kochsalzfreier Ernährung auf die NaCl-Konzentration des Blutes festgestellt war, wurde in einer Reihe weiterer Untersuchungen die Frage geprüft, inwieweit der Kochsalzspiegel des Blutes bei Verabreichung von Rohkost Veränderungen unterworfen ist. An zwei Versuchspersonen, die schon 14 Tage ausschließlich mit Rohkost ernährt waren, führte ich Untersuchungen aus, von denen ein Teil der Ergebnisse nachfolgend tabellarisch wiedergegeben werden soll (Tabelle 9 und 10). Aus Tabelle 8 ist ein Beispiel für die Zusammensetzung dieser Rohkost zu ersehen.

Tabelle 8 **Kochsalzarme Kost** 21. Oktober

Zeit	Rohkost
8,30	100 g Müsli, 200 g Bananen.
10,30	110 g Birnen, 80 g Aepfel.
12	250 g Steckrüben, 200 g Tomaten, 100 g gelbe Rüben zus. in Mayonnaise, 150 g Buttermilch.
15	100 g Birnen, 100 g Bananen.
18	100 g Buttermilchspeise.

Fall 5: Katharine T., geb. 16. 11. 80

Tabelle 9 — 21. und 23. Oktober

Zeit	Blut-NaCl in mg	Zeit	Blut-NaCl in mg
8	0,492	8	0,403
10	0,415	10	0,430
12	0,450	12	0,424
14	0,443	14	0,394
16	0,451	16	0,404
18	0,443	18	0,419
20	0,479	20	0,428

Fall 6: Josefine V., geb. 3. 3. 1901

Tabelle 10 — 21. und 23. Oktober

8	0,427	8	0,402
10	0,430	10	0,427
12	0,465	12	0,423
14	0,462	14	0,404
16	0,416	16	0,440
18	0,489	18	0,403
20	0,483	20	0,419

Die Ergebnisse vorstehender Versuche beweisen erneut, daß die Kochsalzkonzentration des Blutes keine nennenswerte Abhängigkeit von wechselnder NaCl-Zufuhr mit der Nahrung zeigt. Der Einfluß der kochsalzarmen Diät kam nicht im Sinken der Blutkochsalzkurve zum Ausdruck, was doch immerhin naheliegend und möglich gewesen wäre. Die angegebenen Zahlen lassen im Gegenteil deutlich erkennen, daß bei den Versuchen am 21. Oktober bei Katharina T. und Josefine V. relativ hohe Blutkochsalzwerte nachweisbar waren. In diesem Zusammenhang ist ferner noch hervorzuheben, daß für das Kochsalz im Blut in Tabelle 9 und 10 in allen Versuchsreihen auffällig geringe Unterschiede für die Blutkochsalzkonzentrationswerte zutage traten. Von einer Berücksichtigung der üblichen Tagesschwankungen, besonders um 14 h, kann ja auch hier wie in den früheren Versuchen abgesehen werden. Aehnlich wie bei den vorhergehenden Untersuchungen im Kochsalzhunger erstreckten sich auch hier meine Beobachtungen auf die Ueberprüfung der Kochsalzausschwemmung durch die Nieren. Tatsächlich war eine deutliche und starke Konzentrationssenkung des Natriumchlorids im Urin zu erkennen.

Die Literatur gibt wenig Aufschluß über ähnlich vorgenommene Untersuchungen des Kochsalzspiegels im Blut bei einer NaCl-armen Rohkost, die zum Vergleich dienen könnten. Boenheim's Versuche mit einer kochsalzarmen Kost ergaben eine Gleichmäßigkeit des Kochsalzspiegels im Blut bei zweistündlicher Bestimmung. Leider war es nicht möglich, zu ergründen, welcher Art die von Boenheim in seinen Versuchen verabreichte kochsalzarme Ernährung war.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß bei kochsalzarmer Ernährung der NaCl-Spiegel des Blutes das gleiche Verhalten zeigt, nämlich: ungeachtet der Ernährungsänderungen im wesentlichen konstant und unbeeinflußt zu bleiben. Physiologisch ist diese Konstanz der Kochsalzkonzentration im Blut so zu erklären, daß der Körperhaushalt eine Abgabe oder Aufnahme des NaCl genauestens regelt. Der vermehrten Zufuhr von Kochsalz mit der Nahrung wird Einhalt geboten dadurch, daß Depots aufgefüllt werden und überschüssiges Kochsalz durch die Nieren ausgeschieden wird. Bei kochsalzfreier oder kochsalzarmer Ernährung findet andererseits eine Mobilisierung der Chlordepots statt; ferner wird durch die Nieren weniger NaCl ausgeschieden, was sich deutlich in einer Konzentrationssenkung des Kochsalzgehaltes im Urin bemerkbar macht. Ergänzend hierzu sei betont, daß gerade die Kochsalzkonzentration im Blut an Hand meiner Versuchsergebnisse eine Bestätigung liefert für ein von Oppenheimer aufgestelltes bestehendes physiologisches Grundgesetz: „Der Umsatz der zugeführten Stoffe hängt sowohl in Qualität wie in Quantität ausschließlich von dem jeweiligen Bedarf des Körpers selbst ab."

3. Der Kochsalzspiegel des Blutes und seine Abhängigkeit von der Magensaftsekretion.

Unter Zugrundelegung der physiologisch feststehenden Tatsache, daß sich im Magensaft freie Salzsäure befindet, die sich letzten Endes vor allem aus dem mit der Nahrung zugeführten Kochsalz bildet, wurden nachfolgend Versuche angestellt, die sich mit der Frage beschäftigten, inwieweit sich zwischen dem Kochsalzspiegel des Blutes und der Sekretion des Magensaftes Beziehungen feststellen lassen.

Einen Teil der Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen gebe ich in Tabellen wieder. Die Magensaftsekretion wurde unter Normalkost, kochsalzreicher Ernährung und besonders auch Rohkost durch die fraktionierte Magenausheberung geprüft, deren Methodik aus dem bereits geschilderten Kapitel über die „Versuchsanordnung" ersichtlich ist. — Die Kochsalzausscheidung durch die Nieren wurde während der Dauer der Untersuchungen durch Bestimmung des Kochsalzes im Harn außerdem überprüft:

Fall 7: Anna B., geb. 28. 12. 1903

Tabelle 13 — 18. Oktober

Zeit	Blut-NaCl in mg	Urin in ccm	Urin-NaCl in g
8	0,451	35	0,323
9,30	0,421	50	0,462
12	0,446	330	0,926
14	0,416	56	0,458
16	0,403	63	0,529
18	0,426	35	0,335
20	0,418	20	irrtümlicherweise vernichtet

Fraktionierte Magenausheberung

Tabelle 14 — 18. Oktober

Zeit	Menge in ccm	Farbe	Ergebnis: freie HCl : Gesamtacidität
8,30	14	grauweiß	0 : 10
8,40	6	grauweiß	0 : 10
8,50	4,5	gelb	0 : 20
9	1	gelb	0 : 20
9,05	. . . . . .	. . . . . .	Reizlösung
9,10	1	blau	0 : 5
9,20	2	grün	0 : 10
9,30	2	grün	freie HCl fehlt
9,40	0,5	gelblichgrün	0 : 14
9,50	8	gelbgrün	freie HCl fehlt
10	8	gelbgrün	0 : 12
10,10	8	gelbgrün	0 : 12
10,20	10	gelbgrün	10 : 19

Durch Erbrechen wurde die Ausheberung frühzeitig beendet. Das aufgefangene Erbrochene betrug 65 ccm.

Fall 8: Ludwig B., geb. 8. 3. 1867

Tabelle 15 — 13. Oktober

Zeit	Blut-NaCl in mg	Urin in ccm	Urin-NaCl in g
7,30	0,464	535	4,193
9	0,461	230	2,125
10	0,506	315	0,118
11	0,486	85	0,716
12	0,493	95	0,711
14	0,449	75	0,772
16	0,498	175	1,923
18	0,535	145	1,645
20	0,533	115	1,291

Fraktionierte Magenausheberung

Tabelle 16 — 13. Oktober

Zeit	Menge in ccm	Farbe	Ergebnis: freie HCl : Gesamtacidität
8,05	2	grauweiß	0 : 10
8,15	0,5	grauweiß	freie HCl fehlt
8,25	0,5	grauweiß	freie HCl fehlt
8,35	1	grauweiß	10 : 20
8,40	. . . .	. . . .	Reizlösung
8,45	1	blau	freie HCl fehlt
8,55	2	blau	0 : 10
9,05	Ausheberung vergebens		
9,15	1,5	grün	0 : 10
9,25	1,5	grün	0 : 10
9,35	5	grüngelb	0 : 12
9,45	4	grüngelb	0 : 8
9,55	7	hellgrün	0 : 12
10,05	4	hellgrün	0 : 10
10,15	12	gelb	0 : 16
10,25	10	gelb	0 : 15
10,35	2	gelb	0 : 10
10,45	0,25	graugrün	0 : 8
10,55	0,5	graugrün	freie HCl fehlt
11,05	5	graugrün	0 : 12
11,15	2	graugrün	0 : 18
11,25	3	graugrün	0 : 10
11,35	1,5	graugrün	freie HCl fehlt
11,45	3,5	graugrün	0 : 8
11,55	0,25	graugrün	freie HCl fehlt

Fall 9: Josefine B., geb. 3. 3. 1901

Tabelle 17 — 24. Oktober

Zeit	Blut-NaCl in mg	Urin in ccm	Urin-NaCl in g
8	0,431	35	0,155
9	0,485	40	0,163
10	0,550	80	0,084
11	0,476	100	0,175
12,10	0,446	Urinlassen erfolglos	
14	0,501	40	0,060
16	0,504	60	0,063
18	0,458	80	0,046
20	0,419	120	0,028

Fraktionierte Magenausheberung

Tabelle 18 — 24. Oktober

Zeit	Menge in ccm	Farbe	Ergebnis: freie HCl : Gesamtacidität
8,30	4,5	grauweiß	0 : 8
8,40			Ausheberung erfolglos
8,50	3,5	hellgelb	0 : 4
9	4	grau	0 : 12
9,05	. . . . .	. . . . .	Reizlösung
9,10	15	blau	0 : 3
9,20	3,5	blau	0 : 4
9,30	6,5	grünblau	14 : 30
9,40	6	grünblau	16 : 30
9,50	4,5	grünblau	32 : 60
10	2	grünblau	20 : 30
10,10	3	grauweiß	16 : 28
10,20	2,5	grauweiß	10 : 20
10,30	0,5	grauweiß	freie HCl
10,40	0,5	grauweiß	keine freie HCl
10,50	0,5	grauweiß	keine freie HCl
11	0,5	grauweiß	freie HCl
11,10	17	gelb	0 : 17
11,20	3	gelb	0 : 16
11,30	15	gelb	0 : 20
11,40	3	gelb	0 : 20
11,50	15	gelb	0 : 21
12	13	gelb	0 : 21
12,10	1,5	grau	0 : 5

Fall 10: Katharina T., geb. 16. 11. 1880

Tabelle 19 — 25. Oktober

Zeit	Blut-NaCl in mg	Urin in ccm	Urin-NaCl in g
8	0,368	40	0,023
9	0,309	18	0,018
10	0,317	10	0,00117
11	0,321	40	0,112
12	0,329	17	0,035
14	0,360	60	0,070
16	0,420	17	0,011
18	0,426	32	0,0072
20	0,361	Urinlassen erfolglos	

Fraktionierte Magenausheberung

Tabelle 20 — 25. Oktober

Zeit	Menge in ccm	Farbe	Ergebnis: freie HCl : Gesamtacidität
8,40	2	grauweiß	0 : 45
8,50	1	grauweiß	0 : 20
9	0,75	grauweiß	freie HCl fehlt
9,10	1	grauweiß	0 : 50
9,15	. . . . .	. . . .	Reizlösung
9,20	18	hellblau	0 : 1
9,30	19	blaugrün	2 : 3
9,40	20	blaugrün	3 : 5
9,50	17	blaugrün	8 : 19
10	4	lichtgrün	5 : 6
10,10	2	grüngelb	10 : 30
10,20	1	grüngelb	freie HCl
10,30	2,5	grüngelb	25 : 30
10,40	3	gelb	10 : 25
10,50	2	gelb	15 : 30
11	1	grüngelb	20 : 30
11,10	1,5	grüngelb	20 : 30
11,20	0,75	grüngelb	freie HCl
11,30	0,5	grüngelb	freie HCl fehlt

Zur Analyse der in Tabelle 13 bis 20 geschilderten Versuchsergebnisse läßt sich zunächst ganz allgemein bemerken, daß zwischen dem NaCl-Spiegel des Blutes und der Magensaftsekretion Be-

ziehungen zu erkennen sind. Wie aus Fall 7, der Versuchsperson Anna B., ersehen werden kann, bewahrt die Kochsalzkonzentration zwar während der fraktionierten Magenausheberung und der Magensekretion eine fast gleichmäßige Mittellage, abgesehen von einer kurzen Phase des Sinkens um 9,30 (Tabelle 13). Erst nach der durch das Erbrechen beendeten Magenausheberung zeigen die Werte um 14 und 16 Uhr einen deutlichen Konzentrationsrückgang des Kochsalzes im Blut. Ein anderes Bild ergab sich bei der Kochsalzausscheidung durch die Nieren. Zur Zeit der Konzentrationssenkung des Kochsalzes im Blut steigt die renale NaCl-Ausschwemmung, was sich am Abend aber wieder ausglich. Ueber die Beziehungen zwischen dem Kochsalzspiegel des Blutes und der Magensaftsekretion gibt aber der Fall 7 meiner Versuche keine klaren Anhaltspunkte. Berücksichtigt muß hierbei bleiben, daß gerade kurz nach dem Beginn des Auftretens freier HCl im Magensaft um 10,20 Uhr die fraktionierte Magenausheberung wegen Erbrechens aufgegeben wurde. Immerhin ist aber der Rückgang der Kochsalzkonzentration im Blut als Folge einer starken Chlorverarmung des Magens durch das Erbrechen anzunehmen. Hierbei muß die physiologisch feststehende Tatsache in Betracht gezogen werden, daß ja bei der einsetzenden Verdauung ein erheblicher Teil des Chlorvorrates des ganzen Körpers in Anspruch genommen wird. Es müßte also kein Zweifel darüber herrschen, daß die Kochsalzkonzentration des Blutes demgemäß durch die beginnende Magensaftsekretion eine Verringerung erfährt. Daß aber eine eindeutige Gesetzmäßigkeit in dem Verhalten des Kochsalzspiegels unter dem Einfluß der Magensaftsekretion durchaus nicht vorliegt, zeigen meine Versuche an Ludwig B., Fall 8, Tabelle 19 und 20. Kurz nach der einsetzenden Sekretion im Magen sehen wir um 10 Uhr ein klares Ansteigen der Kochsalzkonzentrationskurve für das Blut. Währenddessen geht die Kochsalzausscheidung durch die Nieren erheblich zurück, was sich in einer deutlich wahrnehmbaren Konzentrationssenkung des NaCl im Urin ausprägt. Nach Beendigung der Magenausheberung und der darauf folgenden Mittagsmahlzeit (Normalkost) sinkt das Blut-NaCl zusammen mit dem Urinkochsalzspiegel, um allmählich wieder anzusteigen und gegen Abend (18 Uhr) die maximalste Konzentrationsphase des Tages zu erreichen. Die im Prinzip gleichen Ergebnisse trotz Verschiedenheit

der Ernährung zeigt Fall 9, Versuchsperson Josefine T. — Rohkost-ernährung — (Tabelle 17 und 18). Die einsetzende Magensaft-sekretion fand keinesfalls ihren Ausdruck in der anzunehmenden Konzentrationssenkung des Blutkochsalzspiegels. Im Gegenteil steigt das Blutkochsalz während der fraktionierten Magenausheberung zu-nächst an, um später allmählich abzufallen, ein Verhalten, das sich im Urinkochsalzspiegel in dem gleichen Maße zeigt. Diese Tatsache verdient besonders beachtet zu werden, denn die Chlorbeanspruchung durch die Verdauung und die damit verbundene Verarmung der Kochsalzdepots zugunsten der Verdauung wirkt sich nicht auf die Höhe des Blutkochsalzgehaltes aus, da ja an Hand der gefundenen Ergebnisse eine Erhöhung der Kochsalzkonzentration des Blutes während der Sekretion des Magens stattfindet. Es ist bisher er-kannt worden, daß zwischen dem Kochsalzspiegel des Blutes und der Magensaftsekretion wohl gewisse Beziehungen bestehen, die jedoch nicht als gesetzmäßig anzusprechen sind. Einmal beobachten wir ein Abfallen, dann wieder ein Ansteigen der Blutkochsalzwerte während der fraktionierten Magenausheberung. Die dritte Möglichkeit, eine Gleichmäßigkeit des Blutkochsalzspiegels während der fraktionierten Magenausheberung, ergab sich aus den Untersuchungen an der Ver-suchsperson Katharina T., Fall 10, Tabelle 19 und 20. Abgesehen von geringen Schwankungen, die, wie wir vorher gesehen haben, unberücksichtigt gelassen werden können, ergeben die Zahlen für das Blutkochsalz einen konstanten Konzentrationswert, der sich auch nach der fraktionierten Magenausheberung bis zur Beendigung der Ver-suche nicht ändert. Auffallend sind lediglich die außerordentlich ge-ringen Werte für den Kochsalzgehalt des Urins und ihr Ansteigen gegen Abend. Die Ernährung der Versuchspersonen bestand in Fall 8 aus Rohkost. Ergänzend zu den in Tabelle 17 und 19 geschilderten Versuchsergebnissen für den Kochsalzgehalt des Blutes soll nicht versäumt werden, auf die geringen Kochsalzkonzentrations-werte im Gesamtblut und im Urin hinzuweisen, die sich in Fall 9 und 10 einen Tag nach der fraktionierten Magenausheberung er-gaben und morgens und mittags besonders charakteristisch waren. (Siehe Tabelle 21 und 22).

Fall 9:

Tabelle 21 — 25. Oktober

Zeit	Blut-NaCl in mg %	Urin in ccm	Urin-NaCl in g
8	0,326	37	0,121
10		50	0,128
12	0,318	60	0,189
14		120	0,308
16		120	0,126
18	0,375	120	0,056
20		20	0,014

Fall 10:

Tabelle 22 — 25. Oktober

8	0,309	38	0,048
10		70	0,014
12	0,393	20	0,021
14		60	0,087
16		40	0,065
18	0,400	40	0,0093
20		60	0,052

Bei einem allgemeinen Ueberblick über die Versuchsergebnisse ergibt sich die Tatsache, daß das Vorhandensein gewisser Beziehungen zwischen dem Kochsalzspiegel des Blutes und der Magensaftsekretion besteht. Zwar nicht in dem Maße, daß z. B. durchgängig ein Parallelismus zwischen einer Zunahme der Magensaftsekretion und der Abnahme der Blutkochsalzwerte zu beobachten wäre. Die Blutkochsalzwerte steigen zunächst an, sinken dann in einigen Versuchen unter den Nüchternwert herab oder bewahren hier und da eine konstante Mittellage. Wenn man berücksichtigt, daß dem Blut erwiesenermaßen durch die einsetzende Magensaftsekretion Chlormengen entzogen werden, so bildet doch an sich die Kochsalzkonzentrationssenkung im Blut ein durchaus verständliches Verhalten, wenn auch nicht in allen Fällen als Folge der zunehmenden Magensaftsekretion eine Abnahme der Blutkochsalzwerte nachweisbar ist. Ein besonders klares Beispiel von erhöhtem Kochsalzspiegel während der Sekretion des Magens beschreibt Ferger, dessen Versuchspersonen bei zunehmender Magensaftsekretion einen Anstieg der Konzentration des

Blutkochsalzes von relativ langer Dauer zeigten und fernerhin eine erhöhte NaCl-Konzentration im Urin. Für ein solches Verhalten ist doch am wahrscheinlichsten, daß größere Chlormengen in das Blut einschwemmen, als ihm entzogen werden, vielleicht auch die renale Kochsalzausscheidung sinkt, da ja die Cl-Magensekretion ohne Zweifel besteht. — Die starken Differenzen in den einzelnen Gruppen meiner Untersuchungen stellen immerhin unter Beweis, daß man aus der Kochsalzkonzentration des Blutes die Tätigkeit der Magensaftsekretion nicht unbedingt ersehen kann, etwa derart, daß der Magen wenig sezerniere, wenn im Blut nur wenig Kochsalz enthalten ist oder umgekehrt. Es muß ja grundsätzlich berücksichtigt bleiben, daß zwei Stadien bei der Säureproduktion nach Rosemann zu unterscheiden sind: 1. Die Chlorspeicherung in der Magenschleimhaut zwischen den Sekretionsphasen und 2. die durch den spezifischen Reiz hervorgerufene Säureabsonderung. Hinsichtlich der Chlorspeicherung im Magen soll nach Rosemann auch noch eine Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren bestehen, und so z. B. ein Sinken des Chlors bei Wasser- und Kochsalzverarmung des Körpers stattfinden. Trotzdem ist natürlich die Bedeutung der Magensaftsekretion in ihrer Auswirkung auf den Kochsalzspiegel des Blutes nicht zu leugnen. Es kann sogar zusammenfassend gesagt werden, daß sich die Magentätigkeit im Kochsalzspiegel ausdrückt. Ich erinnere hierbei an die charakteristische Konzentrationssenkung des Blutkochsalzes nach der Hauptmahlzeit bei meinen Untersuchungen über die Tagesschwankungen des NaCl im Blut (siehe Tabelle Ludwig B.), sowie bei den Versuchen, die die Abhängigkeit von der Ernährung darstellten. Das physiologische Verhalten des Organismus bei der Magensaftsekretion wird von Rosemann dahin erklärt, daß vor der Sekretion zwar Chlor im Magen gespeichert wird, aber nicht in ausreichender Menge. Es muß deshalb Chlor aus den Chlordepots herangezogen werden. Aufgrund dieser Tatsache findet man auch eine Erklärung für die Versuche, die etwas über eine Kochsalzkonzentrationserhöhung im Blut und Urin während des Sekretionsvorganges im Magen aussagen. Durch die beginnende Magensaftsekretion und die dadurch einsetzende Kochsalzentziehung für das Blut kommt es zu einer Chlormobilisation in den Depots und also eventuell zu einer reichlicheren Kochsalzeinschwemmung in das Blut und den Urin. Als

sicher darf auch angenommen werden, daß die Mobilisierung der Depots ein mit der Sekretion des Magens gleichzeitig stattfindender Vorgang ist. Wäre das nicht der Fall, würde die Kochsalzausscheidung durch die Nieren eine andere sein, denn man hätte, da ein Teil des Kochsalzes vom Magen zurückbehalten wird, eine Konzentrationssenkung des NaCl im Urin zu erwarten. Trotz der Intensität scheint aber die Mobilisierung der Chlordepots im Organismus nicht von langer Dauer zu sein, denn am nächsten Tage nach der fraktionierten Magenausheberung zeigt sich in Fall 9 und 10 meiner Versuche ein klares Abfallen des Kochsalzspiegels im Blut und Urin. Zu den gleichen Ergebnissen gelangte Ferger bei seinen Untersuchungen über die Beziehungen der Magensaftsekretion zur Chlormobilisation. Es ergab sich für den Kochsalzspiegel des Blutes, daß nach einem primären Ansteigen während der Sekretion des Magens und einem sekundären Abfallen am darauffolgenden Tage, ein Ausgleich zu einer Mittellage für den Blutkochsalzspiegel sogar erst 48 Stunden nach der fraktionierten Magenausheberung festzustellen war. Ein weiteres Beispiel für das Auftreten von Kochsalzkonzentrationserhöhung im Blut während der Magentätigkeit stellen die Versuchsergebnisse von Sindler dar. Als einzige Möglichkeit glaubt er dieses Phänomen so erklären zu können, daß es durch die Chlorentziehung infolge der beginnenden Magensekretion zu einer starken Chlormobilisierung in den Geweben kommt, die zu einer überschießenden Kochsalzeinschwemmung in das Blut führt. Das gegenteilige Verhalten hiervon, also eine Herabsetzung der Kochsalzkonzentration im Blut bei Magensekretionsversuchen beschreibt Boenheim, wobei er der Tatsache eine große Bedeutung beimißt, daß 60 bis 90 Minuten nach der Nahrungsaufnahme in seinen Versuchen der Kochsalzspiegel des Blutes wieder einen normalen Stand zeigt. Eine Erklärung hierfür gibt er dahingehend ab, daß es sich um eine Rückresorption der produzierten Salzsäure, vielleicht um eine Resorption der eingeführten Chloride oder aber um die Einwirkung der durch die Magensekretion einsetzenden Mobilisierung der Chlordepots handle. Das Verhalten des Organismus bei maximalster Kochsalzentziehung studierte Rosemann und beobachtete, daß der Körper bei Verlust von einem Fünftel seines Chlorgehaltes die Magensaftsekretion einstellt und sie erst wieder aufnimmt, wenn der

Chlorverlust behoben ist. Ein Parallelismus zwischen der Intensität der Magensaftsekretion und der Höhe des Blutkochsalzspiegels zeigt sich bei einem Versiegen der Magensaftsekretion in einem deutlich wahrnehmbaren Konzentrationsrückgang der Blutkochsalzwerte, verursacht durch die starke Chlorverarmung des Körpers.

Zusammenfassung und Ergebnisse der Arbeit

Es wird auf das Vorhandensein von Veränderungen des Kochsalzspiegels im Blut während eines Tages hingewiesen. Die Tagesschwankungen an sich sind relativ gering. Für den Kochsalzgehalt im Gesamtblut wurden Werte gefunden, die zwischen 0,400 und 0,500 mg % lagen. Charakteristisch in der weitaus größten Anzahl meiner Versuche ist das Sinken der Blutkochsalzwerte bei beginnender Magensaftsekretion, also besonders kurz nach den Hauptmahlzeiten, wobei das Abfallen des Blutkochsalzspiegels nach der Abendmahlzeit nicht den gleichen Tiefstand der Mittagsphase zeigte. Die einsetzende Magensaftsekretion fordert ihren Bedarf an Chlor, sodaß es zu einer Kochsalzeinschwemmung aus den Geweben und Körperflüssigkeiten, also auch aus dem Blut in den Magen kommt. Der Ausgleich eines Tiefstandes des Blutkochsalzspiegels erfolgt aber unmittelbar, da der Verlust des Blutes an Kochsalz zugunsten der Magensekretion durch das Einströmen von Kochsalz aus den Depots wieder behoben wird. Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß sich der Organismus bemüht, den Kochsalzspiegel des Blutes während eines Tages auf einer relativ gleichbleibenden Höhe zu halten.

Die Art der Ernährung übte auf den Kochsalzspiegel des Blutes kaum Einfluß aus Einem vermehrten Einstrom von Chlor in das Blut durch Kochsalzbelastung der Nahrung gebietet der Körper Einhalt. Die Konzentrationswerte des Blutkochsalzes zeigen keine Veränderungen. Der bestehende Kochsalzreichtum muß als in den Geweben aufgespeichert angenommen werden, da das Blut nicht imstande ist, größere Kochsalzmengen zu beherbergen. Der Körperhaushalt regelt genauestens Abgabe und Aufnahme von NaCl, sodaß

gegebenenfalls durch die Nieren überschüssiges NaCl ausgeschieden wird. Demgemäß steht auch die Höhe des Kochsalzspiegels im Blut in keiner Abhängigkeit von kochsalzfreier Ernährung. Lediglich am dritten Versuchstage sinken in einigen meiner Versuche mittags und abends die Blutkochsalzwerte auffällig, was sich aber bald wieder ausglich. Die Kochsalzausscheidung durch die Nieren hingegen beantwortet die kochsalzfreie Ernährung mit einem sofortigen Rückgang der NaCl-Konzentration. Eine kochsalzarme Kost (Rohkosternährung) ergab neben den üblichen Tagesschwankungen relativ normale und keinen besonderen Schwankungen unterworfene Blutkochsalzwerte und außerordentlich geringe Werte für die renale Kochsalzausscheidung. Da die Kochsalzzufuhr durch die Nahrung auf ein Minimum beschränkt ist, kommt es zwecks Ausgleichs und Stabilisierung des Blutkochsalzspiegels zu einer entsprechenden Verminderung der NaCl-Abgabe. Bei kochsalzreicher, kochsalzarmer und kochsalzfreier Ernährung zeigt der NaCl-Spiegel des Blutes das gleiche Verhalten und Bestreben, ungeachtet der Ernährungsänderungen konstant zu bleiben.

Bezüglich der Abhängigkeit des Blutkochsalzspiegels von der Magensaftsekretion konnte das Bestehen gewisser Beziehungen gefunden werden, die jedoch keinesfalls als gesetzmäßig anzusprechen sind. Der Magen beansprucht bei beginnender Sekretion Chlor und entzieht dieses dem Blut, was sich primär in einem großen Teil der Versuche durch ein Sinken des Blutkochsalzspiegels ausdrückt. Der weitaus größere Bedarf des Magens an Chlor veranlaßt eine Mobilisierung der Chlordepots. Werden bei der Mobilisierung der Chlordepots größere Kochsalzmengen in das Blut eingeschwemmt, als ihm durch die Sekretion des Magens entzogen werden, so ist eine Erhöhung der Kochsalzkonzentration des Blutes festzustellen. Demgemäß steigt der Kochsalzspiegel des Blutes an, sinkt aber in anderen Fällen unter den Nüchternwert ab oder bewahrt hier und da eine konstante Mittellage. Die Kochsalzausscheidung durch die Nieren verhält sich für die einzelnen Fälle in entsprechendem Maße. Sie wird umso größer, je mehr überschüssiges Kochsalz der Körper besitzt. Die Chlormobilisierung aus den Depots sorgt für eine konstante Kochsalzkonzentration des Blutes und in vielen Versuchen auch für einen dauernden Ausgleich im Falle einer Kochsalzbean-

spruchung durch den Magen. Trotz der Intensität ist aber die Mobilisierung der Chlordepots nicht in allen Versuchen von langer Dauer, da mitunter 24 Stunden nach der fraktionierten Magenausheberung ein auffälliges Sinken des Kochsalzspiegels im Blut und Urin festgestellt werden konnte.

Zum Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. Schwenkenbecher für die Anweisung des Themas meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Desgleichen danke ich aufrichtigst Herrn Privatdozent Oberarzt Dr. Eimer für die mir in reichem Maße zuteil gewordene Unterstützung bei meiner Arbeit.

Literatur-Verzeichnis.

1. Arnoldi, Berlin. klin. Wochenschr. 1913, S. 675. Der prozentuale Chlorgehalt des Blutserums.
2. — Zeitsch. f. klin. Med., Bd. 76, S. 45 ff. 1912. Ueber die Aenderungen des Chlorgehaltes im Blutserum bei Sekretionsstörungen des Magens.
3. Badtke, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 168, S. 83.
4. Bang, Mikromethoden.
5. Barlocco, Ref. Zentralbl. f. d. ges. innere Med., 7, 40, 1913. Ueber die Konzentration des Blutes bei der stomachalen und intravenösen Einführung von Kochsalz.
6. Belli, Zeitschr. f. Biol. 45. 182. 1904. Die Ernährung ohne Salz und ihre Wirkung auf den Organismus.
7. v. Bergmann, Dtsch. med. Wochenschr. 1909. S. 611—613.
8. Biernacki, Zeitsch. f. klin. Med., 24, 460, 1894. Blutbeschaffenheit bei anaemischen Zuständen.
9. Boenheim, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med., 12. 317. 1921.
10. — Zeitschr. f. d. ges. exp. Med., XII, 302. Die Tagesschwankungen des Chlors im Blut und im Urin nebst Pathogenese des Ulcus ventriculi.
11. — Zeitschrift f. d. ges. exp. Med., XII, 295. Der Chlorgehalt des Blutes und des Serums unter physiol. und verdauungspatholog. Zuständen.
12. Bogendörfer, Arch. f. exp. Pathologie und Pharmakologie. Bd. 89, H. 5—6. S. 252. 1928.
13. Cahn, Zeitschr. f. physiol. Chemie. 10. 522. 1886.
14. Csaki, Biochem. Zeitschr., Bd. 142. S. 360, 1923.
15. Dennstädt u. Rumpf, Zeitschr. f. klin. Med., 58. 84. 162. Weitere Untersuchungen über die chem. Zusammensetzung des Blutes u. verschied. Organe in der Norm und in Krankheiten.
16. Di Tousin, Münch. med. Wochenschr., 71. 1167. 1924. Vergleichende Serumkochsalzbestimmungen.
17. Enriquez u. Ambard, Intern. Beiträge zur Pathologie u. Therap. d. Ernährungsstörungen I, 470. 1910.
18. Eimer, Ernährungs- und Diätprobleme. Spezielle Pathologie u. Therapie innerer Krankheiten VII. Bd. 1932.
19. Erdt, Dtsch. Arch. klin. Med. 117, 497. 1915.
20. Ferger, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 114, Heft 1 u. 2, S. 161. Magensaftsekretion und Chlormobilisation.
21. Forster, Zeitschr. f. Biologie, 9. 1873.
22. Groß u. Kestner, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 70, S. 187. 1920.
23. Kittsteiner, Arch. f. Hygiene, 73. 275. 1911. Sekretion, Kochsalzgehalt und Reaktion des Schweißes.
24. — Arch. f. Hygiene, 87. 176. 1917. Beitrag z. Kochsalz- u. Wasserstoffwechsel beim Menschen.
25. Handbuch d. normalen und pathologischen Physiologie, 6. Bd. I. Hälfte, S. 246. Ueber Blut und Lymphe. I. Teil.
26. Holler, Wiener klin. Wochenschr. 39. 1926.
27. Högler u. Ueberrack, Biochem. Zeitschr., Bd. 150. S. 18. 1924.
28. v. Hößlin, Dtsch. Arch. f. klin. Med. 103. 271. 1911. Ueber den Kochsalzstoffwechsel im gesunden Menschen.
29. Jacobson u. Palsberg, Cpt. rend. des séances de la Sociation de biol., Bd. 84. S. 640. 1921.
30. Jäckle, Klin. Wochenschr., 4. Jahrg. 1925, Nr. 43. S. 2059. Ueber den Einfluß kochsalzarmer und kochsalzreicher Ernährung u. des Hungers auf die Magensaftsekretion.

31. Jansen, Dtsch. Arch. klin. Med. 131. 144. 1919.
32. Keining u. Hopf, Münch. med. Wochenschr. 1931. Nr. 24. S. 994, 1036
33. Koeppe, Pflügers Arch. 62. 567. 1896. Ueber den osmot. Druck des Blutplasmas und die Bildung der Salzsäure im Magen.
34. Langhans u. Sommer, Klin. Wochenschr. Nr. 21, Mai 1930. Einleitende krit. Untersuch. über d. Möglichkeit einer maxim. Kochsalzentzieh.
35. Lichtwitz, Ref. n. Meyer-Bisch, Dtsch. med. Wochenschr. Nr. 55. 1929.
36. Leo, Verhandl. d. Kongr. f. innere Med. Leipzig 1904. Seite 469.
37. Leva, Zeitschr. f. klin. Med. 82. 1. 1916. Organuntersuch. sowie exp. Studien über anhydropische Chlorretention.
38. Markwalder, Arch. f. experim. Pathologie, 81. 130. 1917.
39. Molnar, Arch. f. Verdauungskrankh. 1922. 5. 8.
40. Molnar u. Csaki, Zeitschr. klin. Med. 100. 239. 1921. Die Hyperacidität als Störung des Kochsalzstoffwechsels.
41. Moog u. Eimer, Münch. med. Wochenschr. 1925. 1912.
42. Müller u. Saxl, Zeitschr. f. klin. Med. 56. 546. 1905. Die Chlorausscheidung im Harn u. ihre Beziehungen zu den Verdauungsvorgängen.
43. v. Noorden, Handb. f. Pathologie d. Stoffwechsels, Berlin 1906.
44. v. Noorden u. Salomon, Handb. d. Ernährungslehre, I. Bd. 1920. Seite 86—94.
45. Oehme, Arch. f. exp. Patholog. 104. 115. 1924. Der Wasser- und Salzbestand des Menschen in Beziehung zum Säurenbasenhaushalt.
46. Onohara, Biochem. Zeitschr. 154. 263. 1924.
47. Oppenheimer, Handb. d. Biochemie d. Menschen u. der Tiere. Bd. 1. 1909. S. 84.
48. — Handbuch d. Biochemie, Bd. 1, S. 4. 1924.
49. Prigge, Dtsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 139. S. 1. 1922.
50. Richartz, Dtsch. med. Wochenschr. 1912. S. 697.
51. Rosemann, Pflügers Arch. f. ges. Physiolog., 142. 208. 1911.
52. — Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 135. 177. 1910.
53. — Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 190. 1. 1921.
54. Sachsel u. Ernstbacher, Wien. klin. Wochenschr. 1929. I. 36.
55. Samson, Biochem. Zeitschr. Bd. 118. S. 55. 1921.
56. Scheer, Jahrbuch d. Kinderheilk., 94. 3. Folge, 4. Bd., S. 295. 1921.
57. — Jahrbuch d. Kinderheilk., 91. N. F. 41. Seite 347. 1920.
58. Schober, Monatsschr. f. Kinderheilk. Bd. 26. S. 297. 1923.
59. Scholz u. Hinkel, Dtsch. Arch. klin. Med. 112. 334. 1913. Zur Frage der Chlorretention.
60. Schüle, Zeitschr. klin. Med., 28. 461. 1895. Untersuch. über d. Sekretion und Motilität des normalen Magens.
61. Schwenkenbecher u. Spitta, Arch. f. exp. Pathologie, 56. 284. 1907. Ueber die Ausscheidung von Kochsalz und Stickstoff durch die Haut.
62. Sindler, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med.. Bd. 47. S. 156 ff. 1925. Ueber den Chlorspiegel des Blutes. Experimentalbeitrag zur Frage der Abhängigkeit d. Kochsalzkonzentration d. Blutes v. d. Magensaftsekretion.
63. Tabler u. Weber, Hoppe-Seylers Zeitschr. 78. 62, 1912. Zur Physiologie des Wassers und des NaCl.
64. Takata, Zitat bei Rosemann (Siehe Literatur-Nr. 53).
65. Veil, Biochem. Zeitschr., 91. 267. 1918. Ueber die Bedeutung intermediärer Veränderungen im Stoffwechsel.
66. Wahlgren, Arch. f. exp. Med. 63. 60. 1910. Ueber die Bedeutung der Gewebe als Chlordepots.
67. Weitz, Klin. Wochenschr. 1924. Nr. 45.
68. Wohlgemuth, Arbeit a. d. patholog. Inst. Berlin, Hirschwald 1906.
69. Wolf u. Martinelli, Arch. f. exp. Pathologie, 58. 450. 1908.

Lebenslauf

Am 27. April 1907 bin ich, Hans Rybka, evangelischer Konfession, als Sohn des jetzigen Provinzialingenieurs Johannes Rybka und seiner Ehefrau Wally Rybka geb. Zimmermann in Liegnitz geboren. Bis Ostern 1917 besuchte ich die Volksschule meiner Heimatstadt und von 1917 bis 1926 die Wilhelmsoberrealschule, an der ich am 4. März 1926 die Reifeprüfung bestand. Vom 1. April bis 30. September war ich im Provinzialflußbauamt in Liegnitz als Bürohilfsarbeiter tätig und begann im Wintersemester 1926/27 an der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Breslau das Studium der Zahnheilkunde. Hier bestand ich am 6. November 1929 das zahnärztliche Vorexamen und an der Philipps-Universität in Marburg an der Lahn am 8. Juli 1931 das zahnärztliche Staatsexamen. Vom 15. Juli 1931 bis 1. August 1932 war ich bei Herrn Zahnarzt Dr. Lange in Wittenberg als Assistenzarzt tätig und führte anschließend im August 1932 die Praxis des Zahnarztes Herrn Dr. Steinel in Querfurt. Am 1. Oktober 1932 ließ ich mich nieder und bin seit dieser Zeit hier in Bad Schmiedeberg in selbständiger Praxis.

Meine akademischen Lehrer waren:

In Breslau: Biltz, v. Eggeling, Euler, Fuchs, Greve, Heidsieck, Hübner, Jessner, Mathias, Schäfer, Severin.

In Marburg: Arndt, Boeminghaus, Brammer, Dittler, Eimer, Fliege, Geßner, Göppert, Gürber, Klapp, Loebell, Nauck, Pfannenstiel, v. Reckow, Ruete, Schwenkenbecher, Seidel, Wiedhopf, Versé.

Allen diesen hochverehrten Lehrern zu danken ist mir Bedürfnis und angenehme Pflicht.